

# **ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ АТОМНОУПОРЯДОЧЕННОГО НАНОСТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ В СПЛАВАХ $\text{Cu}_3\text{Pd}$ и $\text{Cu}_3\text{Au}$ ПУТЕМ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ КРУЧЕНИЕМ И ПОСЛЕДУЮЩИМ ОТЖИГОМ**

***Гохфельд Н.В.***

*Руководители – Буйнова Л.Н., Пушкин В.Г.*

ИФМ УрО РАН, г. Екатеринбург

*gokhfeld@imp.uran.ru*

В данной работе рассмотрены возможности получения атомноупорядоченных сплавов  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  и  $\text{Cu}_3\text{Au}$  в субмикро- и нанокристаллическом состоянии, обеспечивающем одновременно высокие механические и электрические свойства. Эти сплавы перспективны для использования в качестве электрорезистивных контактных материалов.

Исследование микроструктур и атомноупорядоченных сплавов  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  (с 25 ат. % Pd) и  $\text{Cu}_3\text{Au}$  (25 ат. % Au), подвергнутых различным режимам интенсивной пластической деформации кручением (ИПДК) под давлением (6...9 ГПа) и последующим отжигам, проводили методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Измеряли также электросопротивление и микротвердость. Как известно, в упорядоченном состоянии сплав имеет наилучшие электрические свойства, а измельчение зерна позволит получить высокие прочностные свойства.

Изучение исходного состояния образцов сплавов после рекристаллизационного отжига и упорядочения с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) позволило установить, что разброс зерен по размерам составил от 40 до 100 нм.

Методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) было показано наличие в теле зерна сплавов дефектов в виде антифазных доменных границ (АФГ), разделяющих так называемые термические домены. Сплав  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  имеет, кроме того, слоистую длиннопериодную сверхструктуру (ДПСС), о чем свидетельствовали соответствующие электронограммы. Габитус С-доменов в сплаве  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  в форме пластин параллелен плоскости {110}. Их толщина колеблется в пределах 0,1...0,5 мкм, длина от 1 до 10 мкм.

Проведенные в работе исследования показали следующее:

1. Обнаружен эффект атомного разупорядочения при ИПДК в  $\text{Cu-Pd}$ , а также эффект гигантского ускорения кинетики атомного упорядочения при отжиге (время полного атомного упорядочения из исходного разупорядоченного состояния сократилось более чем в 1000 раз) в условиях сохранения наномасштаба зерен в сплавах.

2. В сплавах  $\text{Cu}_3\text{Au} + 4\% \text{Ag}$  и в промышленном сплаве 585 пробы наблюдался эффект торможения роста атомноупорядоченных нанозерен при отжиге за счет барьерного действия дисперсных выделений на основе серебра. При этом твердость сплавов возросла в 1,5 раза по сравнению с обычным поликристаллическим состоянием.

3. Использование ИПДК и последующего отжига позволило впервые получить наноструктурные атомноупорядоченные сплавы на основе  $\text{Cu-Pd}$  и  $\text{Cu-Au}$ .

4. Выявлены существенные изменения доменной микроструктуры сплавов вследствие изменения механизма и кинетики атомного упорядочения. Так, обнаружено, что в наносплавах  $\text{Cu}_3\text{Pd}$  периодическая структура антифазных доменов является столбчатой (взамен слоистой в исходном состоянии).

5. Показано, что способ механотермической обработки, сочетающий интенсивную многопроходную пластическую деформацию и отжиг, может быть эффективно использован для получения высокопрочных наноструктурных резистивных и электроконтактных материалов на основе атомноупорядоченных сплавов.